

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

Escuela de Farmacia y Bioquímica



Efecto antibacteriano de tocosh fresco de *Zea mays* frente a cepas de
Staphylococcus aureus, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.

AUTORES

Aguilar Villarreal Geraldine Arlett

Villalobos Carranza Evelyn Erika

ASESOR

Dr. Camones Maldonado Rafael Diomenes

Chimbote – Perú

2018

1. Palabras clave.

Tocosh de *Zea mays* (maíz), efecto antibacteriano, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*.

1.1.Keywords:

Tocosh of *Zea mays* (maize), antibacterial effect, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*.

1.2. Línea de investigación:

Medicina química

2. Título

Efecto antibacteriano de tocosh fresco de *Zea mays* frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.

3. Resumen

Introducción: En la actualidad las infecciones por microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia Coli*, son las principales causantes del incremento de las cifras de morbilidad y mortalidad en los sistemas de salud del País. El tocosh es un producto alimenticio obtenido por una técnica de conservación andina con propiedades nutritivas y terapéuticas; entre ellas su efecto antibacteriano. **Objetivo:** Comprobar el efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia Coli*. **Metodología:** La obtención del extracto acuoso se realizó mediante las técnicas de percolación, filtración y concentración en rotavapor. Se realizaron los cultivos bacterianos en agar Mueller Hinton mediante el método de Kirby-Bauer. La marcha fitoquímica se realizó mediante el método de Olga Lock.

Resultados: *Escherichia coli* fue sumamente sensible frente al sulfametoxazol/trimetoprim ($35.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) y a los extractos al 25, 50 y 100% (27.8750 ± 0.83452 ; 30.1250 ± 0.99103 y $31.1250 \pm 0.99103\text{mm}$ respectivamente). *Bacillus cereus* fue sumamente sensible frente al ciprofloxacino ($28.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) y muy sensible frente a los extractos al 25, 50 y 100% (16.7500 ± 0.88641 ; 18.0000 ± 1.19523 y $19.6250 \pm 1.40789\text{mm}$ respectivamente). *Staphylococcus aureus* fue sumamente sensible al extracto al 25, 50, 100% y a ceftriaxona (30.1250 ± 0.64087 ; 32.5000 ± 0.75593 ; 34.6250 ± 1.59799 y 27.5000 ± 0.53452 mm respectivamente). **Conclusiones:** El tocosh fresco de *Zea mays* presentó efecto antibacteriano frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.

4. Abstract

Introduction: At present, infections by microorganisms such as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Escherichia Coli*, are the main causes of the increase in morbidity and mortality in the health systems of the country. Tocosh is a food product obtained through an Andean conservation technique with nutritional and therapeutic properties; Among them its antibacterial effect. **Objective:** to verify the in vitro antibacterial effect of the fresh tocosh of *Zea mays* in strains of *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Escherichia Coli*. **Methodology:** The aqueous extract was obtained by means of percolation, filtration and rotavapor concentration techniques. The bacterial cultures were performed on Mueller Hinton agar by the Kirby-Bauer method. The phytochemical march was carried out using the Olga Lock method.

Results: *Escherichia coli* was highly sensitive to sulfamethoxazole / trimethoprim ($35.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) and to extracts at 25, 50 and 100% (27.8750 ± 0.83452 , 30.1250 ± 0.99103 and $31.1250 \pm 0.99103\text{mm}$ respectively). *Bacillus cereus* was highly sensitive to ciprofloxacin ($28.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) and very sensitive to extracts of 25, 50 and 100% (16.7500 ± 0.88641 , 18.0000 ± 1.19523 and $19.6250 \pm 1.40789\text{mm}$ respectively). *Staphylococcus aureus* was highly sensitive to the extract at 25, 50, 100% and to ceftriaxone (30.1250 ± 0.64087 , 32.5000 ± 0.75593 , 34.6250 ± 1.59799 and $27.5000 \pm 0.53452\text{ mm}$ respectively). **Conclusions:** The fresh tocosh of *Zea mays* showed an antibacterial effect against the strains of *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*.

ÍNDICE

1. Palabras clave.	i
1.1. Keywords:	i
1.2. Línea de investigación:	i
2. Título	ii
3. Resumen	iii
4. Abstract	iv
5. Introducción	1
5.1. Antecedentes	1
5.2. Justificación de la investigación.....	8
5.3. Problema	8
5.4. Hipótesis	9
5.5. Objetivos:	10
6. Metodología	11
6.1. Materiales	11
6.2. Procedimiento	13
6.2.1.Obtención del extracto de tocosh de <i>Zea mays</i>	13
6.2.2.Preparación del material biológico	14
6.2.3.Método de Kirby – Bauer por pozos en agar	14
6.2.4.Marcha fitoquímica por el método de Olga Lock	14
7. Resultados	16
8. Análisis y discusión	32
9. Conclusiones y recomendaciones	35
9.1. Conclusiones	35
9.2. Recomendaciones:	36
10. Referencias bibliográficas	37
11. Agradecimientos	40
12. Anexos y apéndice.	41
Apéndice:	48

5. Introducción

5.1. Antecedentes

“Hasta los tiempos modernos, las infecciones por microorganismos como las bacterias, hongos, parásitos y virus eran la principal causa de muerte del ser humano, y lo siguen siendo en entornos con escasos recursos” (Organización Mundial de la salud – OMS, 2017).

El Instituto Nacional de Salud – INS (2007), refieren que el uso irracional de los antimicrobianos ha contribuido a la diseminación de microorganismos que son resistentes a drogas de primera línea, de bajo costo y efectivos.

El Ministerio de Salud – MINSA (2015) menciona en sus informes, que las principales enfermedades en donde se expresa el uso irracional de medicamentos es en la enfermedad diarreica; la cual representa el 3,4% de las causas de morbilidad en consulta externa y el 1,6% en hospitalización en el año 2015; infecciones del tracto respiratorio; representa el 16,7% y el 2,3% de las causas de morbilidad en consulta externa y hospitalización respectivamente; meningitis, infecciones de transmisión sexual y las infecciones adquiridas en el hospital; mientras que las principales causas de mortalidad en el año 2014 fueron influenza (gripe) y neumonía 13,8% y otras enfermedades bacterianas 7,5%.

DeLeo, F y Chambers, H. (2009) afirman que, en las últimas décadas, *Staphylococcus aureus* adquirió una relevancia dramática en la medicina humana y veterinaria por diferentes razones. Si bien las infecciones por *S. aureus* se podían

tratar históricamente con antibióticos comunes, la aparición de organismos resistentes a los medicamentos es ahora una preocupación importante, la resistencia a los antibióticos no es la única arma en el arsenal de *S. aureus*. De hecho, estas bacterias tienen muchos factores de virulencia, incluida una gran capacidad para evadir las defensas inmunes del huésped.

Jafari, Aslani y Bouzari (2012) aseguran que los problemas de salud no se limitan a infecciones causadas por SAMR; y que el desarrollo de la resistencia bacteriana a los antibióticos en otros microorganismos tales como *Enterobacteriaceae spp*, representan importantes amenazas de salud mundial emergentes. A pesar de que *Escherichia coli* como bacteria comensal se puede encontrar en la microflora intestinal de una variedad de animales, incluido el hombre, no todas las cepas son inofensivas, y algunas pueden causar enfermedades debilitantes y a veces fatales en humanos, mamíferos y aves.

Pacheco, J. (2017) ha descrito dos grupos principales, dentro de las cepas de *Escherichia coli* que infectan a los seres humanos, las que causan infecciones intestinales (cepas diarrogénicas) y las que producen infecciones extraintestinales; este último grupo incluye a los agentes causales de las infecciones del tracto urinario (ITU), así como los que causan meningitis neonatal y bacteremia.

Bottone, EJ (2010), Mientras que *B. cereus* se asocia principalmente con la intoxicación alimentaria, se informa cada vez más que es una causa de infecciones graves y potencialmente fatales del tracto gastrointestinal. Las enterotoxinas, la toxina emética (cereulida), las hemolisinas y la fosfolipasa C, así como muchas

enzimas, como las betalactamasas, las proteasas y las colagenasas, se conocen como posibles factores de virulencia de *B. cereus*.

Kotiranta, A., Lounatmaa, K., y Haapasalo, M. (2000). Fuera de su notoriedad en asociación con intoxicación alimentaria e infecciones oculares graves, esta bacteria ha sido incriminada en una multitud de otras condiciones clínicas tales como neumonía progresiva tipo ántrax, sepsis fulminante y devastadoras infecciones del sistema nervioso central, particularmente en individuos inmunodeprimidos, drogadictos por vía intravenosa y neonatos.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). El tocosh de maíz, producto consumido desde la época incaica por los habitantes de la región andina del Perú, bajo la forma de granos tostados; como "tocosh api" o como "lawa" o sopa. El tocosh es una técnica tradicional andina de conservación in situ. La palabra tocosh deriva del vocablo togosh, palabra quechua que significa arrugado y fermentado, y es el resultado de la fermentación bacteriana de productos andinos como la papa, el maíz o el olluco, almacenada en pozos construidos en la tierra, envueltos en paja o 'ichu' y presionados mecánicamente con piedras bajo una corriente de agua proveniente de un manantial. Los Incas consideraban que el alimento era un regalo de sus Apus (Dioses), y como toda ofrenda, esta, debería servir como muestra de afecto y cariño. Los fenómenos de germinación y fermentación producidos durante su elaboración contribuyen a modificar la composición química del maíz original; ese es el caso de los ácidos grasos en la fracción lipídica. Los datos analíticos del tocosh del maíz muestran la presencia de isómeros trans en una cantidad no significativa, un aumento del ácido linoleico relacionado con el tiempo de fermentación y la presencia de ácido gamma linolénico.

Honorio, Z., Coll, L. y Torija, E. (1994), El resultado del análisis de la composición química, ácidos grasos de la fracción lipídica; aminoácidos libres; macro y microelementos; de las vitaminas tiamina y riboflavina, conducen a considerarlo como un alimento que aporta los aminoácidos esenciales bajo la forma de aa. Libres. La característica de su proceso permite que los nutrientes se encuentren en fracciones más sencillas fácilmente asimilables; asimismo incrementa el contenido de linoleico y linolenico, y de calcio, pudiendo ser recomendado como un alimento complementario para los niños.

Naupari, G. et. Al (1993), El tocosh es considerado un producto de fermentación y putrefacción bacteriana, de acuerdo a las investigaciones realizadas por Yamamoto N. en 1988, un producto de fermentación por levaduras, según Manrique. Se realizó la evaluación tecnológica y microbiológica preliminar del tocosh (Manrique, 1990, tocosh procedente de Junín, 3450 msnm), sobre las bacterias y levaduras que actúan durante el proceso de transformación, encontrándose lactobacillus en mayor proporción, al final del proceso.

Lopez, Y. (2017), Efecto inhibitorio in vitro de *Solanum tuberosum* (papa fermentada) sobre cepas de *Staphylococcus aureus* comparado con vancomicina y oxacilina. En el estudio empleó el extracto acuoso del tocosh de *Solanum tuberosum* y una cepa de *Staphylococcus aureus* obtenida del laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional de Trujillo, la cual se enfrentó a 5 grupos, 3 de ellos con extractos al 25, 50 y 100% y 2 controles con oxacilina y vancomicina, para determinar la susceptibilidad antibacteriana por halos de inhibición y la concentración mínima inhibitoria (CMI) mediante el recuento de unidades formadoras de colonias. Los resultados mostraron que el *Staphylococcus*

aureus fue muy sensible frente al extracto al 25% ($17,75 \pm 1,05$ mm) y sumamente sensible frente a concentraciones del 50 % y 100% ($22,17 \pm 0,94$ y $25,42 \pm 1,62$ mm respectivamente). La CMI fue de 500 mg /dL (extracto al 50%).

Pesantes, P. (2015) Estudio In Vitro de *Solanum tuberosum* (papa fermentada) en 30 cepas de *Escherichia coli* aisladas de urocultivos procedentes de pacientes con diagnóstico de Infección de Vías Urinarias de los Hospitales MINSA de Trujillo y preservadas en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Universidad Privada Antenor Orrego. En sus resultados, al comparar el efecto antibacteriano de *Solanum tuberosum* (papa fermentada) y de la gentamicina, el tubérculo obtuvo una acción antibacteriana sensible en un 90% con respecto al fármaco, el cual mostró solo 43.3%. Comparando el efecto antibacteriano de *Solanum tuberosum* (papa fermentada) versus ceftriaxona se demostró un 20% del tubérculo y un 60% del fármaco presentaban sensibilidad; un 73.3% y un 36% de cepas correspondiente, fueron moderadamente sensibles o con efecto intermedio y presentaron resistencia un 6.7% del tubérculo y un 3.3% del fármaco.

Loli, R. et al. (2016) afirman que la administración oral de la mazamorra de tocosh de papa, posee capacidad regenerativa de la mucosa gástrica como tratamiento de las úlceras gástricas erosivas, provocadas por etanol, en animales de experimentación (ratas albinas). El proyecto consistió en inducir úlceras gástricas erosivas por la administración de etanol 70% vía gástrica y posteriormente se les administró tratamiento del tocosh de papa en dosis equivalente a 800 mg/Kg de peso del animal en tratamiento por canulación orogástrica. Luego se procedió a evaluar el estado de la mucosa gástrica a las 2, a las 24 horas, 48 horas y 72 horas día de tratamiento y por laparotomía abdominal bajo anestesia se extrajo el estómago. El tejido gástrico fue «extendido» para fotografiarlos y evaluar por

digitalización de imagen la regeneración de la mucosa gástrica pos tratamiento, comparadas con grupos controles positivo, negativo y farmacológico con omeprazol y ranitidina. Los resultados muestran la acción regenerativa del tocosh sobre las úlceras gástricas de manera superior a los efectos de los fármacos como el omeprazol y la ranitidina. Así se demuestra que el tocosh de la papa a 800 mg/Kg de peso tiene un efecto regenerador de la mucosa gástrica con úlceras erosivas de manera significativa desde las 48 horas a las 72 horas de tratamiento oral, comparable con el tratamiento de omeprazol a dosis de 40 mg/Kg de peso.

Amanpour, R., et al. (2015) afirman que el extracto etanólico por método de maceración de la cáscara de *Solanum tuberosum* tiene propiedades antibacterianas. En el procedimiento de su investigación, utilizaron 10 g de cáscaras molida y se mezcló usando un agitador magnético, con 200 ml de etanol (80%) a temperatura ambiente durante la noche. El extracto se filtró a través de papel de filtro Wathman N° 42 y el residuo se volvió a extraer en las mismas condiciones. El filtrado combinado se evaporó en un evaporador rotativo por debajo de 40 ° C. Luego se centrifugó a 3000 × g durante 10 minutos a 5 ° C y se almacenó en un refrigerador. El resultado obtenido fue más pronunciado en bacterias gram-positivas, especialmente en *S. aureus* (0,62 ± 0,00 mg / ml); a comparación con las bacterias gramnegativas, como *P. aeruginosa* (8,33 ± 2,88 mg / ml). Los autores sugieren la realización una investigación más exhaustiva para determinar los componentes constituyentes de la cascara de *Solanum tuberosum*, y así ser aplicado clínicamente.

Sandoval, M. et al. (2015) realizaron un estudio en el Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y demostraron la capacidad antioxidante y el efecto

citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. El tocosh seco y molido fue administrado a seis grupos de ratas albinas machos (200 ± 50 g) se les dividió en: (GI) solución NaCl 0,9%, 10 mL/kg; (GII) etanol al 70% a 10 mL/kg; (GIII, IV y V) Tocosh equivalente a 900 mg/kg, 1 800 mg/kg y 2 700 mg/kg, respectivamente, y (GVI) sucralfato 30 mg/kg. En todos los casos, una hora después se indujo injuria con etanol 70° a 10 mL/kg y por laparotomía abdominal se obtuvo el tejido gástrico. El porcentaje de citoprotección gástrica en imagen fue digitalizada por image analysis software for plant disease quantification y capacidad antioxidante por lipoperoxidación, método espectrofotométrico de la reacción de especies reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS). En la marcha fitoquímica realizada se identificaron compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenoides y esteroides, azúcares reductores y aminoácidos libres como metabolitos secundarios. Las dosis de 2 700 mg/kg y 900 mg/kg resultaron en 0,72 y 1,81 nmol/g tejido de lipoperoxidación, respectivamente. La dosis de 1 800 mg/kg protegió un 97% del área de la mucosa gástrica, 2 700 mg/kg un 95% y la de 900 mg/kg, 88% ($p < 0,05$). La dosis de 1 800 mg/kg exhibió mejor efecto citoprotector y la de 2 700 mg/kg mejor actividad antioxidante, comparada con sucralfato 30 mg/kg.

5.2. Justificación de la investigación

Las infecciones causadas por *Staphylococcus Aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli* son frecuentes y requieren la búsqueda de nuevas alternativas de tratamiento por la creciente resistencia antibacteriana que alarman las cifras de morbilidad y mortalidad en el Perú. Nuestro estudio se basa en la búsqueda de una alternativa eficaz y de muy bajo costo, utilizada en las poblaciones andinas como un tratamiento para la gastritis crónica, úlceras estomacales, hemorroides y enfermedades respiratorias. El tocosh es producto de una técnica de conservación especial de procesamiento de la papa y maíz que se practica en la zona Andina del Perú, su consumo es en mazamorra, especialmente para combatir infecciones y cicatrizar heridas. El motivo principal de nuestra investigación fue comprobar el uso tradicional como antibacteriano del tocosh de *Zea mays* y así proporcionar aportes científicos de gran importancia en la medicina peruana.

5.3. Problema

¿Posee efecto antibacteriano el tocosh de *Zea mays* frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*?

5.4. Hipótesis

H0₁: El tocosh fresco de *Zea mays* no posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Staphylococcus aureus*.

Ha₁: El tocosh fresco de *Zea mays* posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Staphylococcus aureus*.

H0₂: El tocosh fresco de *Zea mays* no posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Bacillus cereus*.

Ha₂: El tocosh fresco de *Zea mays* posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Bacillus cereus*.

H0₃: El tocosh fresco de *Zea mays* no posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Escherichia coli*.

Ha₃: El tocosh fresco de *Zea mays* posee efecto antibacteriano frente a cepas de *Escherichia coli*.

5.5. Objetivos:

Objetivo general

- Comprobar el efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia Coli*.

Objetivos específicos

- Determinar la concentración del extracto de tocosh de *Zea mays* con mayor efecto inhibitorio frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.
- Comparar el efecto inhibitorio de los extractos a diferentes concentraciones frente a los grupos control (ceftriaxona, ciprofloxacino y sulfametoxazol/trimetoprim).
- Realizar el screening fitoquímico del tocosh fresco de *Zea mays* por el método de Olga Lock.

6. Metodología

6.1. Materiales

6.1.1. Material biológico

- Tocosh fresco de *Zea mays*
- Cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25623
- Cepas de *Bacillus cereus* ATCC 13061
- Cepas de *Escherichia Coli* ATCC 25922

6.1.2. Reactivos

- Anhídrido acético
- Ácido Sulfúrico q.p.
- Hidróxido de Sodio al 5 %
- Tolueno
- Limaduras de Magnesio
- Ácido clorhídrico q.p.
- Reactivo de Kedde
- Tricloruro Férrico
- Solución de Gelatina 1%.
- Reactivo de Dragendorff
- Reactivo de Wagner
- Reactivo de Mayer.
- Ninhidrina 2%.
- Agua de bromo
- Amoniaco q.p.

6.1.3. Solventes:

- Agua destilada.
- Etanol
- Metanol
- HCl 1%

6.1.4. Equipos de laboratorio:

- Balanza Analítica
- Autoclave
- Estufa eléctrica
- Incubadora
- Evaporador rotatorio
- Refrigerador

6.1.5. Otros materiales:

- 1 frasco x ½ K. Agar Muller-Hinton
- Discos patrón de ceftriaxona, ciprofloxacino y Sulfametoxazol/Trimetoprima
- Asa bacteriológica
- Hisopos estériles
- Gradilla
- Mortero
- Placas Petri de 90mm de diámetro
- Tamices de 1 mm., 6 mm. y 7 mm.
- Vaso de precipitación de 250 ml
- Vaso de precipitación de 500 ml
- Vaso de precipitación de 3000 ml
- Papel filtro Whatman N° 1

- Micropipetas de 10 μ L
- Envases de color ámbar
- Tubos de ensayos de 10 ml
- Pinzas estériles
- Mechero

6.2. Procedimiento

El estudio fue de tipo experimental puro. Para la investigación se utilizó como material de estudio al tocosh fresco de *Zea mays*, adquirido en el mercado “La Perla”, con procedencia del Centro Poblado Musho, ubicado en el distrito de Yungay en la región Ancash.

6.2.1. Obtención del extracto de tocosh de *Zea mays*

Se pesaron seis kg de tocosh fresco y se mezclaron con 3 litros de agua destilada para ser reducidos a pedazos, luego la mezcla fue sometida a presión en tamices de 7, 6 y 1 mm de diámetro. El fluido obtenido fue filtrado 3 veces con papel Whatman N°1, de esta manera se eliminó el almidón del maíz. El extracto fue llevada a un rotavapor modelo IKA® RV10 a una temperatura externa de 55°C y 131 milivar de presión durante 3 horas y media. Se obtuvo 240 ml de extracto madre y de ésta se prepararon 3 disoluciones al 25, 50 y 100%, conservándolas en refrigeración a 6°C en frascos estériles color ámbar.

6.2.2. Preparación del material biológico

Las cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli* fueron obtenidos del cepario de la Sección de Microbiología del Laboratorio COLECBI S.A.C. en Nuevo Chimbote. Las cepas fueron reactivadas e inoculadas a la escala 0,5 Mc Farland para medir la turbidez. Por otra parte, se pesó 38 gramos de agar Mueller Hinton y se mezcló con 1 litro de agua destilada; luego se llevó a 121°C en autoclave por 15 minutos. El agar fue vertido en 24 placas Petri estériles con un grosor de 4 mm y fueron autoclavadas por 30 minutos. El sembrado en las placas se realizó uniformemente sobre toda la superficie del agar con hisopos estériles a una distancia de 10 cm de la llama del mechero para evitar la contaminación.

6.2.3. Método de Kirby – Bauer por pozos en agar

Se realizaron 4 pozos de 6 mm de diámetro, con un sacavocado estéril, en cada placa Petri con agar. Sobre tres pozos se depositaron 20 µL del extracto al 25, 50 y 100% respectivamente y en el cuarto pozo 20 µL de agua destilada (blanco).

Luego, con una pinza estéril de puntas finas, se colocaron un disco del antibiótico seleccionado para cada cepa. Finalmente se incubaron a 37°C por 24 horas y pasado el tiempo se midieron los halos de inhibición.

6.2.4. Marcha fitoquímica por el método de Olga Lock

Se pesaron 3 Kg de tocosh fresco y se mezclaron con 1 litro y medio de agua destilada, luego fueron reducidos a pedazos en un mortero. La mezcla fue sometida a presión en tamices de 7, 6 y 1 mm de diámetro hasta obtener un fluido libre de residuos. Se agregó 30 mL de cada solvente (diclorometano,

etanol, agua destilada y HCl 1%) y se sometieron a calentamiento por 10 minutos, evitando que se evapore el solvente, luego se dejó reposar.

Se procedió a identificar los metabolitos secundarios presentes de acuerdo a su polaridad, obteniendo las siguientes fracciones:

- Fracción “**a**”, de la solución diclorometanólica para determinar la presencia de taninos, mediante la reacción de gelatina al 1% y tricloruro férrico.
- Fracción “**b**”, de la solución ácida se determinó la presencia de esteroides con la reacción de Liebermann – Bouchard y quinonas con la reacción de Borntrager.
- Fracción “**c**”, de la solución diclorometanólica se determinó la presencia de esteroides con la reacción de Liebermann – Bouchard y alcaloides con Dragendorff y Mayer.
- Fracción “**d**”, de la solución etanólica en donde se identificaron aminoácidos con la reacción de Ninhidrina y flavonoides con la reacción de Shinoda, esteroides con Liebermann – Bouchard alcaloides con Dragendorff, Mayer y Hager.
- Fracción “**e**”, de la solución acuosa se utilizó para determinar la presencia de flavonoides con la reacción de shinoda.

7. Resultados

Los resultados se obtuvieron de las mediciones de los halos de inhibición después de 24 horas del sembrado de las cepas. Los datos obtenidos fueron recolectados en el programa estadístico SPSS versión 22 y analizados según la escala de Duraffourd.

Tabla 1. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica
Grupo A	8	30.1250	.64087
Grupo B	8	32.5000	.75593
Grupo C	8	34.6250	1.59799
Grupo D	8	27.5000	.53452
Total	32	31.1875	2.85609

Leyenda:

- Grupo A: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.
- Grupo B: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.
- Grupo C: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.
- Grupo D: *Staphylococcus aureus* + Cetriaxona
- N: número de placas

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

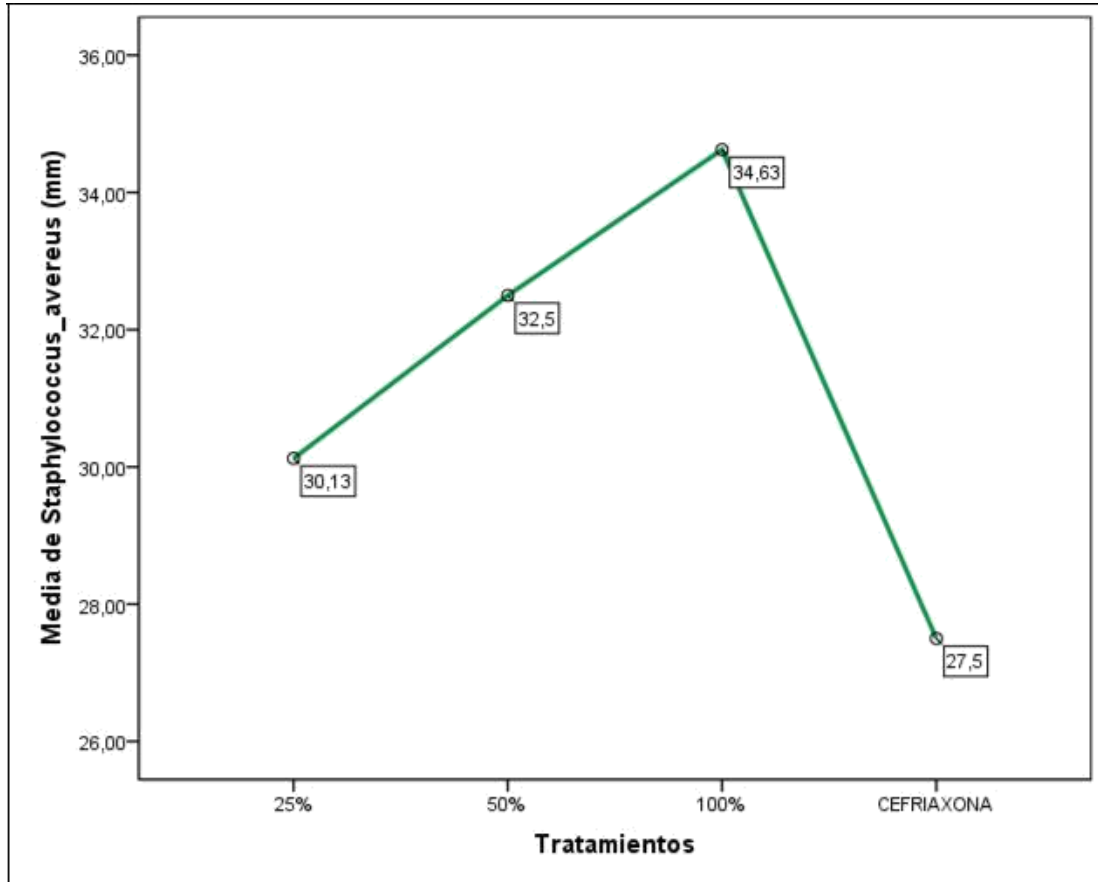


Figura 1. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*.

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

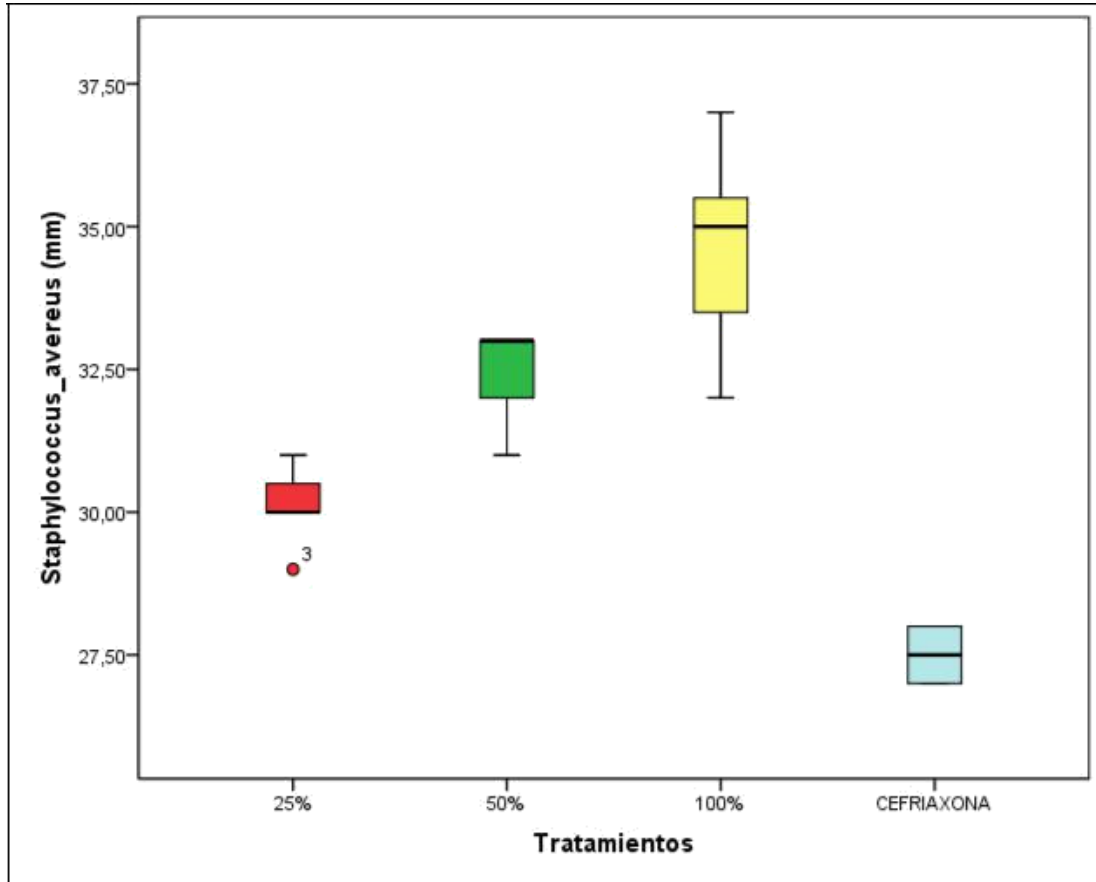


Figura 2. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*.

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 2. Nivel de significancia del efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	226.125	3	75.375	78.897	.000
Error	26.750	28	.955		
Total	252.875	31			

Leyenda:

Gl: grado de libertad

F: fisher

Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 3. Prueba de comparación Duncan al 5% para el efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Staphylococcus aureus*.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Grupo A	8		30.1250		
Grupo B	8			32.5000	
Grupo C	8				34.6250
Grupo D	8	27.5000			
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Leyenda:

Grupo A: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.

Grupo B: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.

Grupo C: *Staphylococcus aureus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.

Grupo D: *Staphylococcus aureus* + Cetriaxona

N: número de placas

Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 4. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Bacillus cereus*.

Concentración de tocosh fresco de <i>Zea</i> <i>mays</i>	N	Media	Desviación típica
Grupo A	8	16.7500	.88641
Grupo B	8	18.0000	1.19523
Grupo C	8	19.6250	1.40789
Grupo D	8	28.6250	1.30247
Total	32	20.7500	4.87257

Leyenda:

Grupo A: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.

Grupo B: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.

Grupo C: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.

Grupo D: *Bacillus cereus* + Ciprofloxacino

N: número de placas

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

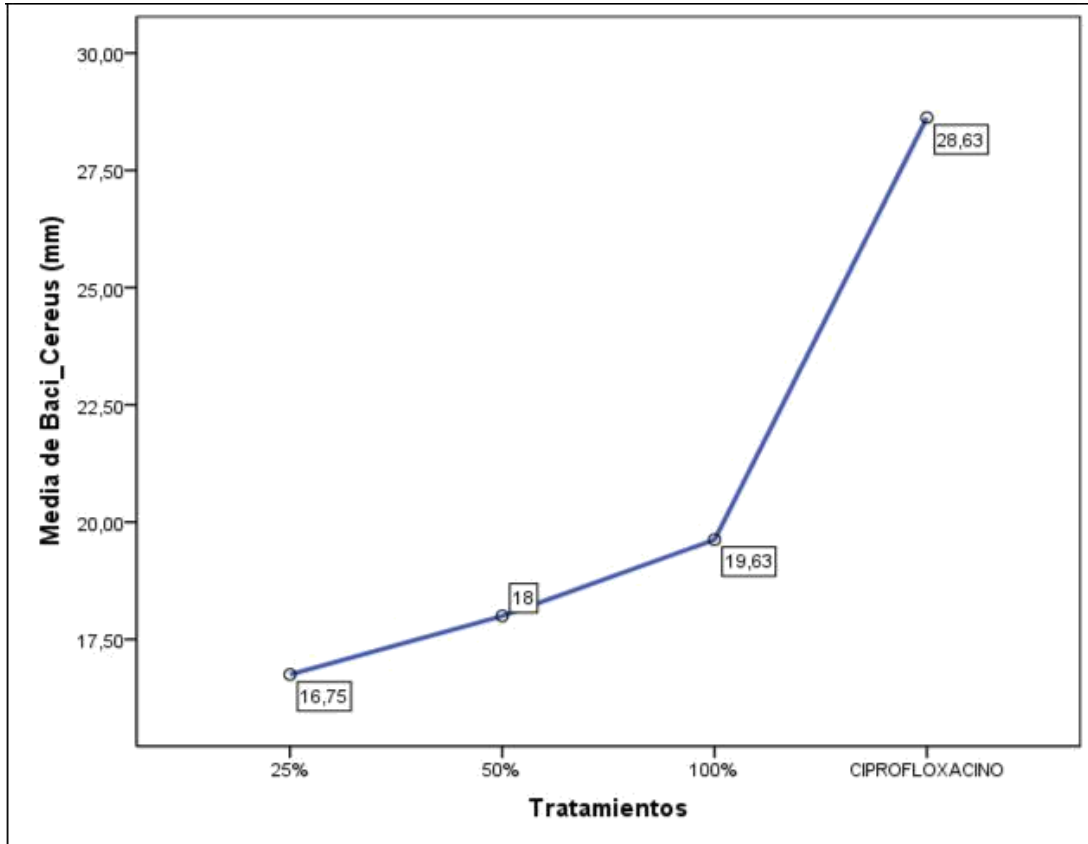


Figura 3. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Bacillus cereus*

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

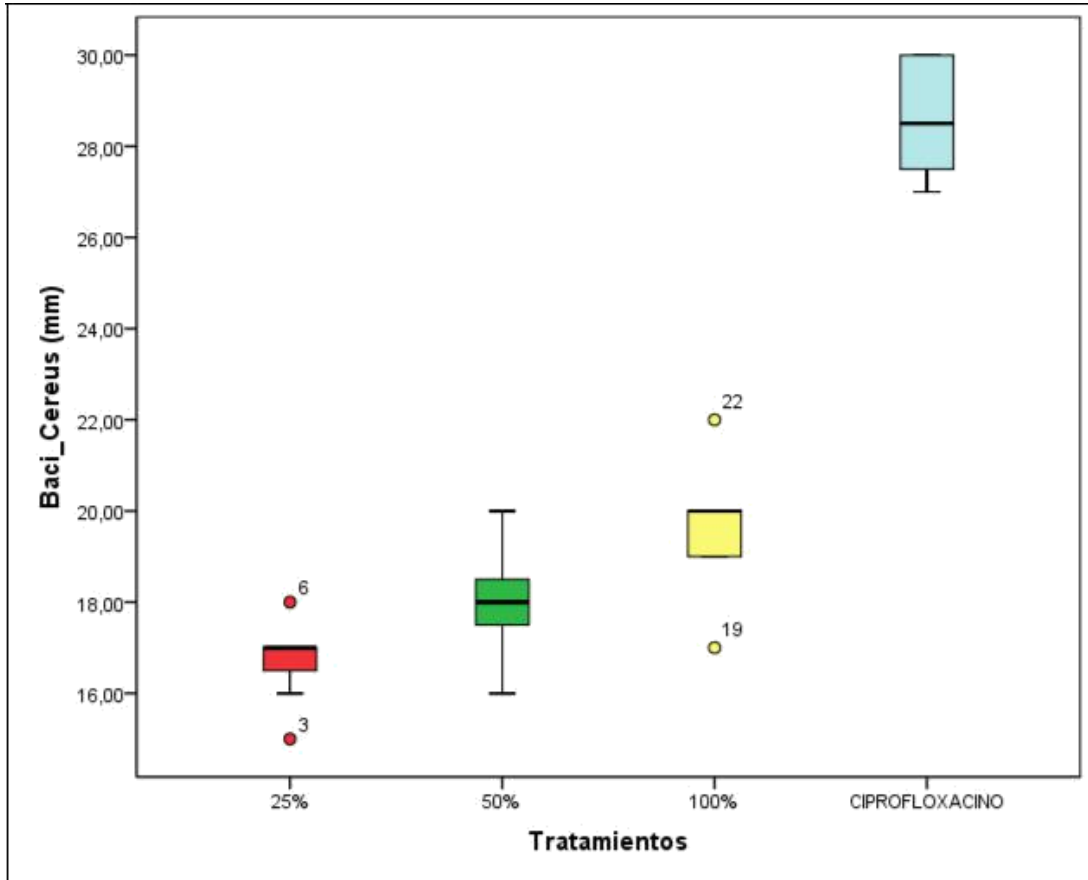


Figura 4. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Bacillus cereus*.

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 5. Nivel de significancia del efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Bacillus cereus*.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	694.750	3	231.583	157.196	.000
Error	41.250	28	1.473		
Total	736.000	31			

Leyenda:

Gl: grado de libertad

F: fisher

Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 6. Prueba de comparación Duncan al 5% para el efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Bacillus cereus*.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Grupo A	8	16.7500			
Grupo B	8		18.0000		
Grupo C	8			19.6250	
Grupo D	8				28.6250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Leyenda:

- Grupo A: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.
- Grupo B: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.
- Grupo C: *Bacillus cereus* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.
- Grupo D: *Bacillus cereus* + Ciprofloxacino
- N: número de placas
- Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 7. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Escherichia Coli*.

Concentración de tocosh fresco de <i>Zea</i> <i>mays</i>	N	Media	Desviación típica
Grupo A	8	27.8750	.83452
Grupo B	8	30.1250	.99103
Grupo C	8	31.1250	.99103
Grupo D	8	35.6250	1.30247
Total	32	31.1875	3.03142

Leyenda:

Grupo A: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.

Grupo B: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.

Grupo C: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.

Grupo D: *Escherichia Coli* + Sulfametoxazol / Trimetroprima

N: número de placas

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

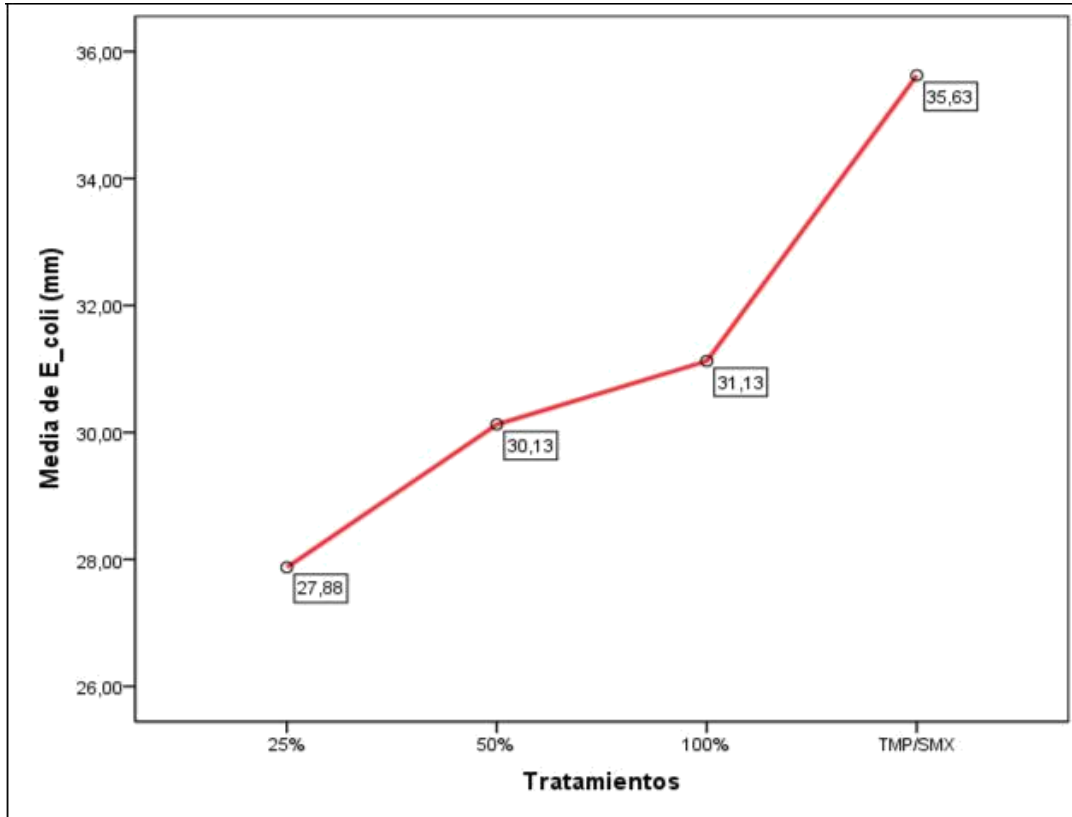


Figura 5. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Escherichia Coli*.

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

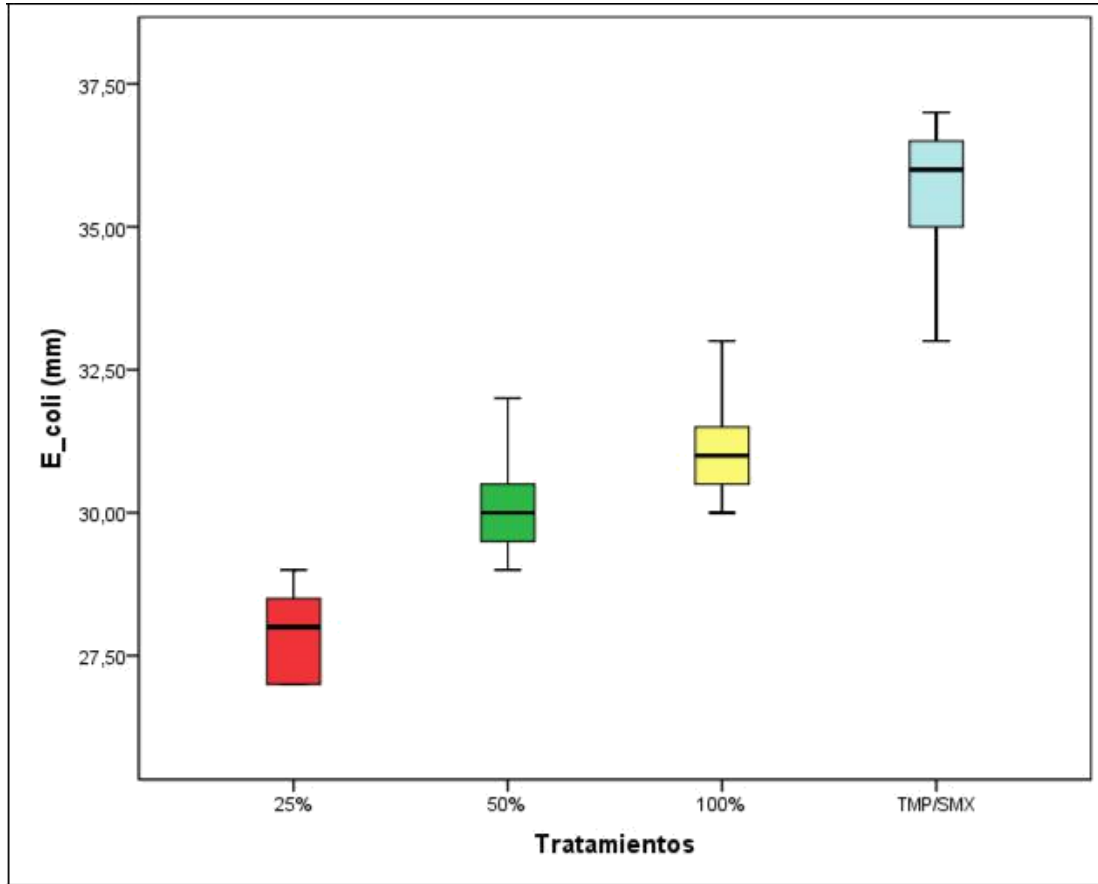


Figura 6. Efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Escherichia Coli*.

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 8. Nivel de significancia del efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Escherichia Coli*.

Fuentes de Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	254.375	3	84.792	77.842	.000
Error	30.500	28	1.089		
Total	284.875	31			

Leyenda:

Gl: grado de libertad

F: fisher

Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 9. Prueba de comparación Duncan al 5% para el efecto antibacteriano in vitro del tocosh fresco de *Zea mays* en cepas de *Escherichia Coli*.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Grupo A	8	27.8750		
Grupo B	8		30.1250	
Grupo C	8		31.1250	
Grupo D	8			35.6250
Sig.		1.000	.066	1.000

Leyenda:

Grupo A: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 25%.

Grupo B: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 50%.

Grupo C: *Escherichia Coli* + extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays* al 100%.

Grupo D: *Escherichia Coli* + Sulfametoxazol / Trimetroprima

N: número de placas

Sig: significancia

Fuente: Ficha de medición según escala de Duraffourd, procesado con IBM - SPSS estadístico V.22.

Tabla 10. Marcha Fitoquímica del extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays*.

Ensayo	Metabolitos	Resultado
Lieberman-bouchard	Esteroides y triterpenos	-
Bortranger	Quinonas	-
Shinoda	Flavonoides	-
Kedde	Glicósidos cardiotónicos	-
Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	-
Gelatina	Taninos	-
Espuma	Saponinas	-
Dragendorff	Alcaloides	+
Mayer	Alcaloides	+
Wagner	Alcaloides	+
Felhing	Azúcares reductores	+++
Ninhidrina	Proteínas y aminoácidos libres	++

Leyenda:

Positivo: +
 Bajo: +
 Moderado: ++
 Alto: +++
Negativo: -
NR: No se realizo

8. Análisis y discusión

En la tabla 2 se evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de tocosh fresco de *Zea mays* frente a la inhibición de cepas de *Staphylococcus aureus*, corroborada con la prueba valor de $F = 77.842$, el cual arroja una probabilidad $p=0.00 < 0.05$. En la tabla 3, con el método de Duncan, se observa que las cuatro dosis difieren significativamente entre sí, además se observa que la concentración al 100% ($34.6250 \pm 1.59799\text{mm}$) inhibe significativamente al *Staphylococcus aureus*; siendo esta concentración la más significativa frente a las concentraciones al 25% y 50% (30.1250 ± 0.64087 ; $32.5000 \pm 0.75593\text{mm}$), inclusive frente al antibiótico Ceftriaxona ($27.5000 \pm 0.53452 \text{ mm}$).

En la tabla 5 se evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de tocosh fresco de *Zea mays* frente a la inhibición de cepas de *Bacillus cereus*, corroborada con la prueba valor de $F = 157.19$, el cual arroja una probabilidad $p=0.00 < 0.05$. En la tabla 6 se utilizó el método de Duncan, donde se observa que las cuatro dosis difieren significativamente entre sí, además se observa que el Ciprofloxacino ($28.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) presenta un mayor efecto de inhibición frente a las concentraciones de 100%, 50% y 25% (19.6250 ± 1.40789 ; 18.0000 ± 1.19523 y $16.7500 \pm 0.88641\text{mm}$ respectivamente).

En la tabla 7 se evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de tocosh fresco de *Zea mays* frente a la inhibición de cepas de *Escherichia Coli*, corroborada con la prueba valor de $F = 77.842$, el cual arroja una probabilidad $p=0.00 < 0.05$. En la tabla 3 se utilizó el método de

Duncan, donde se observa que el *sulfametoxazol/trimetoprim* ($35.6250 \pm 1.30247\text{mm}$) presenta un mayor efecto de inhibición frente a las concentraciones al 25, 50 y 100% (27.8750 ± 0.83452 ; 30.1250 ± 0.99103 y $31.1250 \pm 0.99103\text{mm}$ respectivamente).

En el análisis cualitativo de la marcha fitoquímica por el método de Olga Lock realizada al extracto acuoso de *Zea mays*, mostró resultados positivos para azúcares reductores, alcaloides, proteínas y aminoácidos libres (Tabla 10).

Lopez, Y. (2017), evaluó el efecto inhibitorio in vitro del tocosh *Solanum tuberosum* sobre cepas de *Staphylococcus aureus* comparado con vancomicina y oxacilina; que mostraron resultados sumamente sensibles frente a concentraciones del 50 % y 100% ($22,17 \pm 0,94$ y $25,42 \pm 1,62$ mm respectivamente). Mientras que Pesantes, P. (2015) en su estudio realizado con tocosh de *Solanum tuberosum* en 30 cepas de *Escherichia coli*, obtuvo como resultado el tubérculo una acción antibacteriana sensible en un 90% con respecto a la gentamicina, el cual mostró solo 43.3% y versus ceftriaxona se demostró un 20% de sensibilidad del tubérculo y un 60% del fármaco.

Los resultados evidenciados en las tablas 1, 4 y 7, indican en todos los casos que el extracto acuoso del tocosh de *Zea mays* presentó actividad antibacteriana y con mayor diferencia estadística en la concentración al 100% ($34.6250 \pm 1.59799\text{mm}$) frente a la cepa de *Staphylococcus aureus*; inclusive frente al antibiótico control Ceftriaxona (27.5000 ± 0.53452 mm). Por otro lado, la sensibilidad antibacteriana frente a *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*, fue mayor a los antibióticos, como el sulfametoxazol/trimetoprim y ciprofloxacino respectivamente, que a las diferentes concentraciones del extracto de tocosh de *Zea mays*.

Naupari, G. et. Al (1993), afirma que el tocosh es un producto de fermentación y putrefacción bacteriana, además en su estudio identificaron esteroides y triterpenos, alcaloides, compuestos fenólicos, flavonoides, cumarinas y taninos. En la tabla 10, se confirma la presencia de la mayoría de estos compuestos, los cuales son independientes de la actividad inhibitoria que ejerce el tocosh de *Zea mays* sobre las bacterias en estudio.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

- El tocosh fresco de *Zea mays* tuvo efecto antibacteriano frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, siendo sumamente sensible a los extractos al 25, 50, 100% (30.1250 ± 0.64087 ; 32.5000 ± 0.75593 y 34.6250 ± 1.59799 mm respectivamente). *Bacillus cereus* fue muy sensible frente a los extractos al 25, 50 y 100% (16.7500 ± 0.88641 ; 18.0000 ± 1.19523 y 19.6250 ± 1.40789 mm respectivamente). *Escherichia coli* fue sumamente sensible frente a los extractos al 25, 50 y 100% (27.8750 ± 0.83452 ; 30.1250 ± 0.99103 y 31.1250 ± 0.99103 mm respectivamente).
- El extracto al 100 % de tocosh fresco de *Zea mays* presentó mayor inhibición frente a *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Escherichia coli*.
- El extracto acuoso de tocosh fresco de *Zea mays* fue superior al control con ceftriaxona frente a *Staphylococcus aureus*; mientras en el caso de *Bacillus cereus* y *Escherichia coli* los grupos controles con ciprofloxacino y sulfametoxazol/trimetoprim respectivamente, mostraron mayor inhibición que los extractos acuosos.
- Los componentes fitoquímicos obtenidos mediante el método de Olga Lock del extracto acuoso del tocosh de *Zea mays* fueron azúcares reductores, alcaloides, proteínas y aminoácidos libres.

9.2.Recomendaciones:

- Se recomienda aplicar este estudio con equipos que permitan aislar los componentes específicos que contiene el tocosh de *Zea mays* (maíz) y determinar cuál de ellos posee el efecto antibacteriano.
- Se deberían realizar más estudios sobre el proceso de fermentación y conservación del tocosh de *Zea mays* (maíz) para mejorar su efectividad y eficiencia en otras regiones del país.
- Realizar estudios de investigación con bacterias aisladas de pacientes que acudan a los hospitales locales y determinar la utilidad del tocosh en la industria farmacéutica.
- Realizar estudios para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración letal media (CL50) del extracto acuoso del tocosh fresco de *Zea mays*.

10. Referencias bibliográficas

Bottone, EJ (2010, abril). *Bacillus cereus*, un patógeno humano volátil. *Clinical Microbiology* Doi: <https://doi.org/10.1128/CMR.00073-09>

Carlos, Torres, J. E. & Rodríguez, Carril, K. J. (2008). Identificación de los fitoconstituyentes en hojas y tallos de la especie *eupatorium triplinerve* “asmachilca” (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

DeLeo, F. y Chambers, H. (2009). Reemergence of antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* in the genomics era. *The journal of clinical investigation*, 119(9), 2464–2474.

FAO. (n.d.). Guía de Campo de los Cultivos Andinos (capítulo V). Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s05.pdf>

Honorio Durand, Z., Coll Hellín, L. y Torija Isasa, E. (1994). Composición en ácidos grasos de la fracción lipídica del tocosh de maíz. *International Journal of Fats and Oil*, 45(6), 370-374.

Instituto Nacional de Salud. (2002). Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión (Técnicas N°30).

Instituto Nacional de Salud. (2007). *Informe de la resistencia antimicrobiana en hospitales en Perú – 2007*. Recuperado de:
http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_informesdevigilancia/INFORME%20VIGILANCIA%20HOSPITALARIOS%202008.pdf

Jafari, A., Aslani, M. y Bouzari, S. (2012). *Escherichia coli*: a brief review of diarrheagenic pathotypes and their role in diarrheal diseases in Iran. *Iranian journal of Microbiology*, 4(3), 102–117

Kotiranta, A., Lounatmaa, K., y Haapasalo, M. (2000). Epidemiología y patogenia de las infecciones por *Bacillus cereus*. *Microbios e Infección*. Elsevier Masson SAS. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(00\)00269-0](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(00)00269-0)

López Campos, Y. Y. (2017). *“Efecto inhibitorio in vitro de Solanum tuberosum (papa fermentada) comparado con vancomicina y oxacilina sobre cepas de Staphylococcus aureus”* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Ministerio de Salud - Oficina General de Estadística e Informática. (2015). Principales causas de morbi y mortalidad en consulta externa y hospitalización de establecimientos MINSA y gobiernos regionales Perú. Recuperado de <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/morbilidad/cemacros.asp?00>

Naupari G, Arias G, Amarillo A. Estudio químico bromatológico y de la actividad antimicrobiana del tocosh. *Bol Soc Quím Perú*. 1993;59 (2): 87-92.

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Los microorganismos y los antibióticos*. Recuperado de: http://www.who.int/drugresistance/Microbes_and_Antimicrobials/es/

Pacheco, J. (2017). *Resistencia antibiótica de Escherichia coli en infecciones urinarias complicadas y no complicadas tratadas en el hospital general Isidro Ayora de Loja en el año 2015* (tesis de pregrado). Universidad nacional de Loja, Loja, Colombia.

Pesantes Arteaga, P. P. (2015). *Efecto Antibacteriano In Vitro de Solanum tuberosum (papa fermentada) en cepas de Escherichia Coli comparado con Gentamicina y Ceftriaxona* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Sánchez-García, E., et al. (2016). *Actividad antimicrobiana. Investigación en plantas de importancia médica*. Barcelona, España: OmniaScience.

Soto Vásquez, M. R. et al. (Enero a Junio del 2014). *Metabolitos secundarios y efecto antibacteriano in vitro del extracto hidroetanólico de las flores de Cantua buxifolia Juss. ex Lam. (Polemoniaceae) “Flor Sagrada de los Incas”*.

11. Agradecimientos

A Dios, por darnos la vida y haber puesto en nuestro camino a profesionales que han contribuido en nuestra formación profesional y humana a través de su destacada labor como docentes.

A nuestra familia, por brindarnos su apoyo, comprensión y amor para enfrentar cada etapa de nuestra vida y concedernos la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera.

Muy especialmente, a nuestro asesor de tesis, Dr. Rafael Diómedes Camones Maldonado, por la acertada orientación, el arduo esfuerzo y la crítica constructiva que nos permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado.

12. Anexos y apéndice.

Tabla 11. Medida del halo de inhibición del extracto de tocosh frente a cepas de *Staphylococcus aureus*

Extractos	Tocosh fresco de <i>Zea mays</i>			Grupo control
N° de placa	25 % (mm)	50 % (mm)	100 % (mm)	Ceftriaxona (mm)
1	30	33	35	27
2	30	32	33	28
3	29	31	32	28
4	30	33	37	27
5	30	32	34	27
6	30	33	35	27
7	31	33	35	28
8	31	33	36	28

Tabla 12. Medida del halo de inhibición del extracto de tocosh frente a cepas de *Escherichia coli*

Extractos	Tocosh fresco de <i>Zea mays</i>			Grupo control
N° de placa	25 % (mm)	50 % (mm)	100 % (mm)	Sulfametoxazol/ trim. (mm)
1	28	32	33	35
2	27	29	30	33
3	29	31	32	36
4	28	30	31	36
5	27	30	31	37
6	28	30	31	37
7	27	29	30	36
8	29	30	31	35

Tabla 13: Medida del halo de inhibición del extracto de tocosh frente a cepas de *Bacillus cereus*

Extractos	Tocosh fresco de <i>Zea mays</i>			Grupo control
N° de placa	25 % (mm)	50 % (mm)	100 % (mm)	Ciprofloxacino (mm)
1	17	19	20	29
2	16	18	20	28
3	15	16	17	28
4	17	17	20	30
5	17	18	20	27
6	18	20	22	30
7	17	18	19	30
8	17	18	19	27



Figura 7. Percolación del tocosh.



Figura 8. Tamización del tocosh.

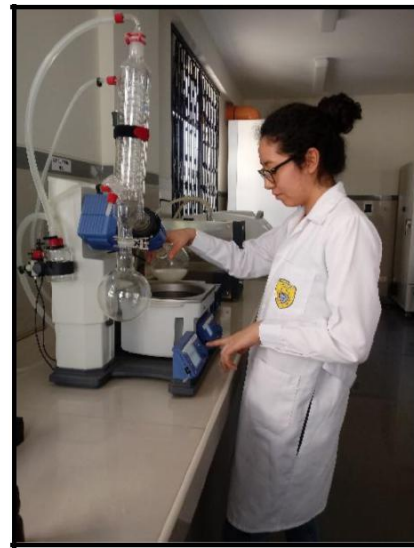


Figura 9 y 10. Concentración en rotavapor modelo IKA ©RV 10.



Figura 11. Elaboración de los pocillos con sacabocado de 6 mm de diámetro.



Figura 12. Siembra de las cepas en las placas Petri con agar Miuller Hinton.



Figura 13. Resultado Satisfactorio: Formación de halo de inhibición de *Zea mays* sobre cepas de *Staphylococcus aureus*.



Figura 14. Resultado Satisfactorio: Formación de halo de inhibición de *Zea mays* sobre cepas de *Bacillus cereus*.



Figura 15. Resultado Satisfactorio: Formación de halo de inhibición de *Zea mays* sobre cepas de *Escherichia coli*



Figura 16. Extracción de los extractos de acuerdo a su polaridad.



Figura 17. Identificación de metabolitos en los extractos según polaridad.



Figura 18. Identificación de metabolitos en el extracto puro del tocosh de *Zea mays*.

Apéndice:

- **Antibacteriano.** - Dicho de un medicamento, de una sustancia, de un procedimiento, que se utilizan para combatir las bacterias.
- **ATCC.** - Son siglas del American Type Culture Collection una organización encargada de la adquisición, autenticación, producción, conservación, desarrollo y distribución de los microorganismos de referencia estándar.
- **Cepas.** - Conjunto de microorganismos derivados de las múltiples divisiones de una célula inicial.
- **Flavonoides.** - son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes y previenen la gomosis de las plaquetas y su aglomeración; protegen el sistema vascular y fortalecen a los pequeños capilares que llevan oxígeno y otros nutrientes esenciales a todas las células.
- **Inhibición.** - Disminución o detención de las funciones normales de una parte del organismo por medios mentales o químicos.
- **Metabolitos secundarios.** - antiguamente se creía, que eran productos de desecho, hoy se conoce que son muy necesarios para la vida de las plantas; muchos de ellos proveen un mecanismo de defensa contra el ataque de bacterias, virus y hongos, análogo al sistema de inmunidad de los animales.
- **Saponinas.** - comprenden cada uno de los glucósidos naturales derivados de los triterpenos y esteroides, mediante agitación en el agua forman espuma, lo que reduce la tensión superficial del agua.
- **Screening fitoquímico** o tamizaje fitoquímico.- es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés.